

**ПРИДНЕСТРОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
УНИВЕРСИТЕТ им. Т.Г. ШЕВЧЕНКО**

Физико-математический факультет

Кафедра общей и теоретической физики

Рабочая тетрадь

для лабораторных работ по дисциплине «ФИЗИКА»

студента группы _____

фамилия, имя _____

Тирасполь, 2015

УДК 53(075.8)
ББК В3я73
Р13

Составители:

О.А. Рогожникова, ст. преп.

В.В. Косюк, ст. преп.

Н.И. Мацкова, ст. преп.

Рецензенты:

Н.А. Константинов, канд.пед.наук, доцент кафедры ОФ и МПФ

А.В. Пецик, учитель физики высшей категории, ТОТЛ №1.

Рабочая тетрадь для лабораторных работ по дисциплине «Физика»: учебное пособие для студентов СПО (технического колледжа)/Сост.: О.А. Рогожникова, В.В. Косюк, Н.И. Мацкова. – Тирасполь, 2015. – 64 с.

Рабочая тетрадь для лабораторных работ составлена в соответствии с программой курса «Физика» для студентов технического колледжа (для специальностей: 230113 Компьютерные системы и комплексы; 140448 Техническая эксплуатация и обслуживание электрического и электромеханического оборудования; 151901 Технология машиностроения; 220703 Автоматизация технологических процессов и производств (по отраслям); 151031 Монтаж и техническая эксплуатация промышленного оборудования (по отраслям); 140409 Электроснабжение (по отраслям)). В пособии рассматриваются лабораторные работы по следующим разделам: «Механика», «Молекулярная физика», «Электродинамика», «Оптика» и «Квантовая физика и физика атомного ядра».

Пособие также может быть использовано преподавателями и студентами не только для технического профиля, но и для других направлений СПО.

УДК 53(075.8)
ББК В3я73
Р13

Рекомендовано Научно-методическим Советом ПГУ им. Т.Г.Шевченко

© О.А. Рогожникова, В.В. Косюк, Н.И. Мацкова, составление, 2015

ОГЛАВЛЕНИЕ

ПРЕДИСЛОВИЕ.....	5
ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 1	
Тема: Измерение модуля упругости пружины.	
Изучение закона сохранения механической энергии	6
ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 2	
Тема: Опытная проверка закона Бойля-Мариотта.....	12
ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 3	
Тема: Определение параметров влажности воздуха.....	16
ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 4	
Тема: Измерение коэффициента трения скольжения	20
ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 5	
Тема: Последовательное и параллельное соединение проводников.....	26
ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 6	
Тема: Определение ЭДС и внутреннего сопротивления источника тока.....	32
ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 7	
Тема: Определение показателя преломления стекла с помощью плоско – параллельной пластинки.....	36

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 8

Тема: Определение длины световой волны

при помощи дифракционной решетки42

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 9

Тема: Наблюдение интерференции и дисперсии света47

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 10

Тема: Изучение треков заряженных

частиц по фотографиям52

ЛИТЕРАТУРА.....57

ПРИЛОЖЕНИЯ58

ПРЕДИСЛОВИЕ

Данное пособие поможет студентам СПО подготовиться к выполнению и проведению лабораторных работ по курсу «Физика». Использование рабочей тетради сократит время при оформлении работы и ее защите.

В рабочей тетради представлены 10 лабораторных работ по всем разделам. В каждой работе формулируется цель, описаны приборы и принадлежности, представлен ход работы. Для закрепления пройденного материала в конце каждой лабораторной работы предложены вопросы и задачи по рассматриваемой теме.

В конце пособия приводятся математические методы обработки результатов измерений, справочные материалы и таблицы, необходимые для выполнения работ, а также список литературы, которая может быть использована для подготовки к выполнению работы.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 1

Тема: ИЗМЕРЕНИЕ МОДУЛЯ УПРУГОСТИ ПРУЖИНЫ, ИЗУЧЕНИЕ ЗАКОНА СОХРАНЕНИЯ МЕХАНИЧЕСКОЙ ЭНЕРГИИ

ЦЕЛЬ РАБОТЫ: измерить коэффициент упругости пружины, изменение потенциальной энергии упруго деформированной пружины и падающего груза, проверить справедливость закона сохранения энергии.

ОБОРУДОВАНИЕ: штатив, динамометр лабораторный, линейка измерительная, набор грузов.

Ход работы:

Часть 1. Определение коэффициента упругости пружины.

1. Определить по шкале положение указателя (1) пружины в нерастянутом состоянии (x_0);
2. Подвесить груз массой m и определить положение указателя пружины в растянутом состоянии (x).
3. Вычислить абсолютное удлинение пружины (Δx) по формуле

$$\Delta x = |x - x_0|$$

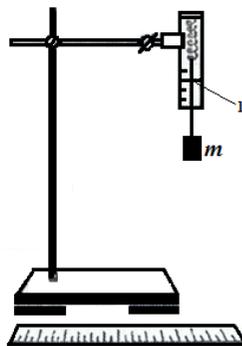


Рис. 1

4. Рассчитать силу тяжести груза m :

$$F = mg$$

5. Коэффициент упругости пружины k определить по формуле

$$k = \frac{mg}{\Delta x}$$

6. Пункты 2-5 повторить для трех разных масс.
7. Определить среднее значение коэффициента упругости, абсолютную (Δk) и относительную (ε) погрешности¹

Расчеты:

Пункт 3.

Пункт 4.

Пункт 5.

Пункт 7.

8. Данные занести в таблицу 1.

¹ См. приложение 1 «Математическая обработка результатов измерений», стр. 58

Таблица 1.

№	m , кг	x_0 , м	x , м	Δx , м	F , Н	k , Н/м	Δk , Н/м	ε , %	
1	0,1								
2	0,2								
3	0,3								
Среднее значение:									

Часть 2. Проверка закона сохранения энергии.

А. Определение изменения потенциальной энергии пружины при растяжении.

1. Определить по шкале положение указателя (1) пружины в ненагруженном состоянии (x_0) – начальное положение.
2. Подвесит груз массой 0,2 кг. Медленно поднять груз до начального положения (x_0) и отпустить. Зафиксировать максимальное отклонение груза (x).
3. Вычислить максимальное растяжение пружины:

$$x_{\max} = x - x_0$$

4. Опыт повторить 5 раз.
5. Рассчитать изменение потенциальной энергии пружины (E_{np}) по формуле

$$E_{np} = \frac{k \cdot x_{\max}^2}{2},$$

где k - коэффициент упругости пружины (берется среднее значение k из таблицы 1).

6. Определить среднее значение изменения потенциальной энергии ($E_{np,ср.}$), абсолютную (ΔE_{np}) и относительную (ε) погрешности²

Расчеты:

Пункт 3.

² См. приложение 1 «Математическая обработка результатов измерений», стр. 58

Пункт 5.

Пункт 6.

7. Данные занести в таблицу 2.

Таблица 2.

№	x_0 , м	x , м	x_{max} , м	E_n , Дж	ΔE_n , Дж	ε , %
1						
2						
3						
4						
5						
Среднее значение:						

Б. Определение изменения потенциальной энергии груза.

1. Рассчитать изменение потенциальной энергии падающего груза E_{ep} по следующей формуле

$$E_{ep} = m \cdot g \cdot x_{\max}$$

2. Сравните значения изменение потенциальной энергии пружины и груза и сделайте вывод.

Вывод:

Ответьте на следующие вопросы:

1. Сформулируйте закон Гука

2. От чего зависит коэффициент упругости?

3. Записать формулы для определения

кинетической энергии тела	
---------------------------	--

потенциальной энергии тела	
----------------------------	--

4. В каком случае происходит изменение кинетической (а) и потенциальной (б) энергий?

а)	б)

5. Записать формулу для определения потенциальной энергии при деформации упругого тела:

6. Сформулировать и записать закон сохранения механической энергии

7. Записать обозначение и единицы измерения в СИ следующих величин:

Параметр	Обозначение	Единица измерения
Массы тела		
Сила		
Энергия		
Коэффициент упругости		
Абсолютное удлинение		

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 2

Тема: ОПЫТНАЯ ПРОВЕРКА ЗАКОНА БОЙЛЯ-МАРИОТТА

ЦЕЛЬ РАБОТЫ: изучить газовые законы; опытным путем проверить справедливость закона Бойля-Мариотта

ОБОРУДОВАНИЕ: емкость с водой, отградуированная пробирка, масштабная линейка, термометр, барометр.

Краткая теория

При погружении пробирки в жидкость (открытым концом вниз) давление воздуха p внутри возрастает. Кроме атмосферного давления p_a на воздух оказывает давление и столб жидкости, который заполняет часть пробирки при ее погружении (гидростатическое давление). Гидростатическое давление прямо пропорционально высоте столба жидкости h и ее плотности ρ :

$$p_{\text{гидр}} = \rho gh$$

Следовательно,

$$p = p_a + \rho gh$$

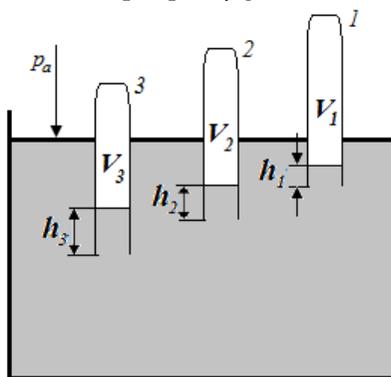


Рис. 1

Согласно закону Бойля-Мариотта для данной массы газа при постоянной температуре ($T=const$) произведение давления на объем величина постоянная:

$$pV=const$$

Ход работы:

1. Пробирку, отградуированную в единицах объема, погрузить в жидкость на четверть ее длины l . Измерить высоту столба жидкости, заполняющего пробирку h_1 (см. рис. 1).
2. По шкале на пробирке определить объем воздуха над уровнем жидкости V_1 .
3. Опыт повторить для глубины погружения $0,5 \cdot l$ и $0,75 \cdot l$, измерив высоту столба жидкости соответственно h_2 и h_3 .
4. По шкале на пробирке определить объемы воздуха V_2 и V_3 , соответствующие этим столбам жидкости.
5. Определить с помощью барометра атмосферное давление p_a .
6. Рассчитать давление воздуха внутри пробирки по формуле:

$$p = p_a + \rho gh$$

плотность жидкости (в данном случае воды) принять равной $\rho = 1000 \text{ кг/м}^3$.

7. Рассчитать произведение pV для каждого опыта.

Расчеты:

Пункт 6.

Пункт 7.

8. Данные занести в таблицу 1.

Таблица 1.

№	h, м	V, м ³	p _а , Па	p, Па	pV
1					
2					
3					

8. Проверить справедливость закона Бойля-Мариотта, сравнив p_1V_1 , p_2V_2 и p_3V_3 между собой. Сделать вывод.

Вывод:

Ответьте на следующие вопросы:

1. Дайте определение изопроцесса.

Дайте определение газового закона.

2. Что называется идеальным газом?

3. При каком неизменном параметре происходит:

Изотермический процесс _____

Изохорный процесс _____

Изобарный процесс _____

4. Записать формулу и название газового закона, описывающего:

изотермический процесс _____

изохорный процесс _____

изобарный процесс _____

5. Газ при изобарном нагревании на 150°C увеличил свой объем в 1,5 раза. Определить начальную температуру газа.

Дано:

Решение

Ответ:

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 3

Тема: ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПАРАМЕТРОВ ВЛАЖНОСТИ ВОЗДУХА

ЦЕЛЬ РАБОТЫ: изучить устройство и принцип работы психрометра, определить параметры влажности воздуха.

ОБОРУДОВАНИЕ: психрометр аспирационный, психрометрическая таблица, таблица зависимости упругости насыщенных водяных паров от температуры, барометр.

Описание приборов, используемых для определения влажности воздуха.

Наиболее часто влажность воздуха определяют психрометром, поскольку такой метод дает более точные результаты.

На рис.1 представлены два основных вида психрометров: рис. 1а – стационарный, рис. 1б – аспирационный психрометр.

Психрометр аспирационный предназначен для измерения влажности и температуры воздуха в стационарных и походных условиях. Прибор состоит из двух одинаковых термометров, закрепленных в специальной оправе. Прибор снабжен заводным механизмом и вентилятором, составляющими аспирационную головку, которые закрыты колпаком.

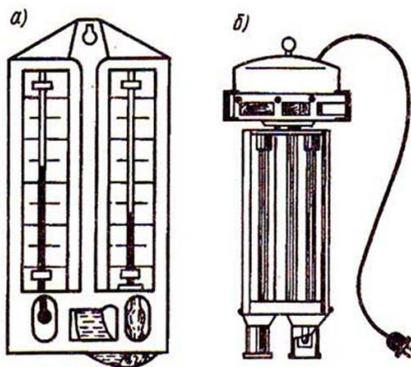


Рис.1

Пружина заводного механизма заводится либо ключом, либо работает от сети.

Резервуары термометров помещены в двойную трубчатую защиту с воздушным зазором между трубками. Такая защита предохраняет резервуары термометров от нагревания солнцем, для этого наружная поверхность трубок тщательно полируется и никелируется. Сами трубки соединены с пластмассовым тройником воздухопроводной трубки, на верхнем конце которой укреплена аспирационная головка. Трубки изолированы изоляционными кольцами. От механических повреждений термометры с боков защищены металлическими планками. Резервуар правого термометра обернут одним слоем батиста, который перед работой смачивается дистиллированной, дождевой или талой водой с помощью резиновой груши с пипеткой. К прибору прилагается щиток для защиты вентилятора от сильного ветра.

Под действием вентилятора воздух, обтекая резервуары термометров, всасывается по воздухопроводной трубке к вентилятору и выбрасывается наружу через прорези. Сухой термометр всегда показывает более высокую температуру воздуха в потоке, влажный - более низкую (если воздух не насыщен водяными парами), так как он охлаждается вследствие испарения воды с поверхности батиста, облегающего его резервуар.

Ход работы:

1. Ознакомиться с устройством аспирационного психрометра.
2. Увлажнить батист в резервуаре термометра.
3. Завести вентилятор почти до отказа (делать осторожно, чтобы не сорвать пружину).
4. Через 3-4 минуты после пуска вентилятора снять показания t_1 (сухого термометра) и t_2 (влажного термометра).
5. Определить упругость насыщенного пара p_1 и p_2 при температурах t_1 и t_2 соответственно по таблице зависимости упругости насыщенных паров от температуры (см. приложение № 5);

6. Определить атмосферное давление H с помощью барометра.
7. Рассчитать абсолютную влажность p по формуле

$$p = p_2 - A(t_1 - t_2)H$$

где p - абсолютная влажность (упругость водяного пара воздуха в мм рт. ст.); p_2 - упругость пара, насыщающего пространство при температуре t_2 (в мм. рт. ст.), определяется по таблице зависимости упругости насыщенных водяных паров от температуры (см. приложение № 5); A - постоянная психрометра (для лабораторных условий $A = 0,0008$).

8. Рассчитать относительную влажность f_ϕ по формуле

$$f_\phi = \frac{p}{p_1} \cdot 100\%$$

9. Рассчитать дефицит влажности d по формуле

$$d = p_1 - p$$

10. Определить относительную влажность f_T с помощью психрометрической таблицы (см. приложение № 6).

Расчеты:

Пункт 7.

Пункт 8.

Пункт 9.

12. Данные занести в таблицу 1.

Таблица 1.

№ п/п	$t_1,$ °C	$t_2,$ °C	$H,$ мм.рт.ст.	$p_1,$ мм.рт.ст.	$p_2,$ мм.рт.ст.	$p,$ мм.рт.ст.	$d,$ мм.рт.ст.	$f_{\text{ф}},$ %	$f_{\text{т}},$ %
1									
2									
3									
Ср. зн.									

Ответьте на следующие вопросы:

6. Дайте определение абсолютной влажности с указанием формулы

7. Дайте определение максимальной влажности

8. Дайте определение относительной влажности с указанием формулы

9. Дайте определение дефицита влажности с указанием формулы

10. Для чего необходимо знать влажность воздуха (в быту и профессиональной деятельности)?

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 4

Тема: ИЗМЕРЕНИЕ КОЭФФИЦИЕНТА ТРЕНИЯ СКОЛЬЖЕНИЯ

ЦЕЛЬ РАБОТЫ: измерить коэффициент трения скольжения деревянного бруска, движущегося равномерно по поверхности, двумя различными способами.

ОБОРУДОВАНИЕ: деревянный брусок, набор грузов, динамометр, подвижная деревянная поверхность, измерительная линейка.

Ход работы:

Часть 1. Определение коэффициента трения при движении тела по горизонтальной плоскости.

Согласно определению сила трения определяется по формуле

$$F_{тр} = \mu N,$$

где $N=mg$ – сила реакции опоры,
или

$$F_{тр} = \mu mg$$

Следовательно, коэффициент трения можно вычислить, зная силу трения и массу груза.

1. Установить на деревянный брусок один груз массой $m_{\text{груза}}$ (см. рис. 1)

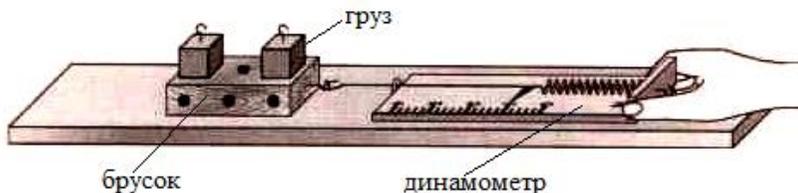


Рис. 1

- К бруску присоединить динамометр и приложить горизонтальную силу. В момент, когда брусок начинает скользить без ускорения снять показания динамометра – значение силы трения скольжения $F_{тр}$.
- Повторить опыт с двумя и тремя грузами.
- Рассчитать коэффициент трения μ скольжения по формуле

$$\mu = \frac{F_{тр}}{mg}$$

где $m = m_{груза} + m_{бруска}$.

- Определить среднее значение коэффициента трения, абсолютную ($\Delta\mu$) и относительную (ε) погрешности³

Расчеты:

Пункт 4.

Пункт 5.

6. Данные занести в таблицу 1.

³ См. приложение 1 «Математическая обработка результатов измерений», стр. 58

Таблица 1.

№	м, кг	$F_{тр}, Н$	μ	$\Delta\mu$	$\varepsilon, \%$
1					
2					
3					
Среднее значение:					

Часть 2. Определение коэффициента трения при движении тела по наклонной плоскости.

Коэффициента трения также можно определить при равномерном ($a=0$) движении тела по наклонной плоскости.

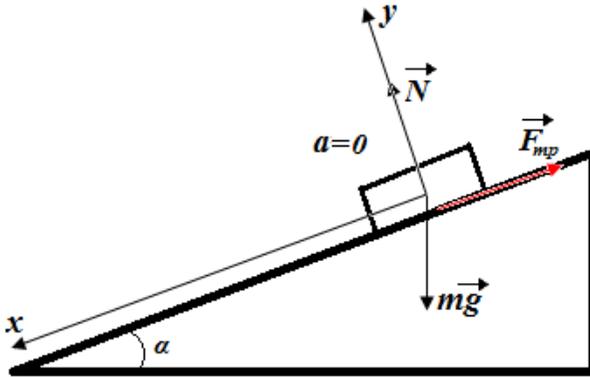


Рис.2

Запишем второй закон Ньютона в проекции на ось X и Y для рис. 2:

$$OX: \quad mg \cdot \sin\alpha - F_{тр} = ma$$

или т.к. $a=0$

$$mg \cdot \sin\alpha - F_{тр} = 0, \quad (1)$$

$$OY: \quad N - mg \cdot \cos\alpha = 0,$$

следовательно,

$$N = mg \cdot \cos\alpha$$

Тогда сила трения будет равна

$$F_{тр} = \mu \cdot N = \mu \cdot mg \cdot \cos\alpha \quad (2)$$

С учетом, уравнения (2) уравнение (1) принимает вид $mg \cdot \sin \alpha - \mu \cdot mg \cdot \cos \alpha = 0$ или $mg \cdot \sin \alpha = \mu \cdot mg \cdot \cos \alpha$

откуда
$$\mu = \frac{\sin \alpha}{\cos \alpha} = \operatorname{tg} \alpha \quad (3)$$

Следовательно, коэффициент трения можно вычислить, зная угол наклона плоскости, при котором тело начинает скользить без ускорения.

1. Установить на подвижную плоскость ОВ груз (см. рис. 3).
2. Приложив вертикальную силу к точке В, медленно поднимать плоскость ОВ увеличивая ее угол наклона α .
3. В момент, когда груз начинает соскальзывать без ускорения, зафиксировать плоскость ОВ и определить угол α с помощью транспортира.
4. Опыт повторить три раза.
5. По углу α определить $\operatorname{tg} \alpha$, т.е. коэффициент трения согласно формуле (3).

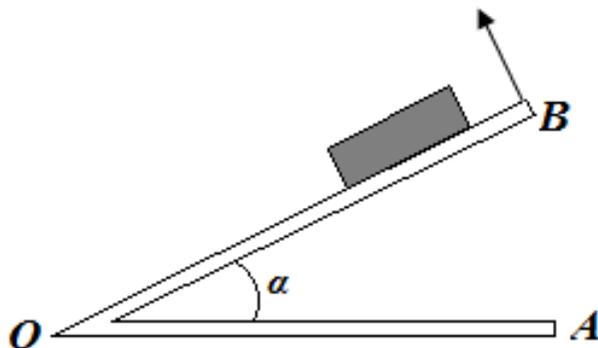


Рис. 3

6. Определить среднее значение коэффициента трения, абсолютную ($\Delta\mu$) и относительную (ε) погрешности⁴

⁴ См. приложение 1 «Математическая обработка результатов измерений», стр. 58

Расчеты:

Пункт 6.

7. Данные занести в таблицу 2.

Таблица 2.

№	$\alpha, ^\circ$	$\operatorname{tg} \alpha = \mu$	$\Delta\mu$	$\varepsilon, \%$
1				
2				
3				
Среднее значение:				

Ответьте на следующие вопросы:

1. Что называется весом тела? Указать единицы измерения веса.

2. Что называется силой реакции опоры?

3. Чему равна сила тяжести?

4. Чему равна сила трения?

5. Указать все силы, действующие на груз при его движении под действием приложенной силы F :

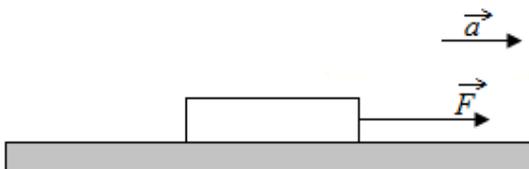


Рис. 2

5. Какой закон Ньютона описывает движение тела с ускорением, записать его для рис. 2 в векторной форме и в проекции на ось X.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 5

Тема: ИЗУЧЕНИЕ ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОГО И ПАРАЛЛЕЛЬНОГО СОЕДИНЕНИЯ ПРОВОДНИКОВ

ЦЕЛЬ РАБОТЫ: определить общее сопротивление двух последовательных и параллельно соединенных проволочных резисторов.

ОБОРУДОВАНИЕ: источник питания, вольтметр, 3 амперметра, 2 реостата, соединительные провода.

Ход работы:

Часть 1. Изучение последовательного соединения проводников

1. Собрать электрическую цепь по схеме (рис. 1), соблюдая полярность подключаемых приборов. Установить положение ползунков реостатов на максимальное значение сопротивлений (минимальное значение тока на амперметре).

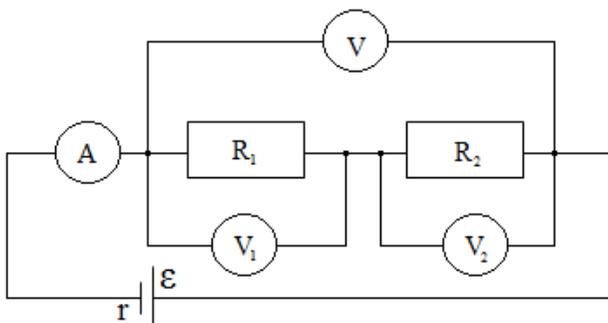


Рис.1

2. Снять показания амперметра и трех вольтметров.

3. Используя закон Ома для участка цепи $I = \frac{U}{R}$

рассчитать:

a) сопротивление первого резистора $R_1 = \frac{U_1}{I}$

b) сопротивление второго резистора $R_2 = \frac{U_2}{I}$

c) общее сопротивление цепи по следующим формулам:

$$R' = \frac{U}{I} \quad \text{и} \quad R'' = R_1 + R_2$$

4. Повторить пункты 2 и 3 еще для двух различных положений ползунков реостатов.

Расчеты:

Пункт 3.

Первое положение ползунков

- a) _____
- b) _____
- c) _____

Второе положение ползунков

- a) _____
- b) _____
- c) _____

Третье положение ползунков

- a) _____
- b) _____
- c) _____

5. Данные занести в таблицу 1.

Таблица 1.

$U,$ В	$U_1,$ В	$U_2,$ В	$I,$ А	$R_1,$ Ом	$R_2,$ Ом	$R',$ Ом	$R'',$ Ом

6. Сравните результаты вычислений общего сопротивления R' и R'' , сделайте вывод.

Вывод:

Часть 2. Изучение параллельного соединения проводников

1. Собрать электрическую цепь по схеме (рис. 2), соблюдая полярность подключаемых приборов. Установить положение ползунков реостатов на максимальное значение сопротивлений (минимальные значения токов на амперметрах).

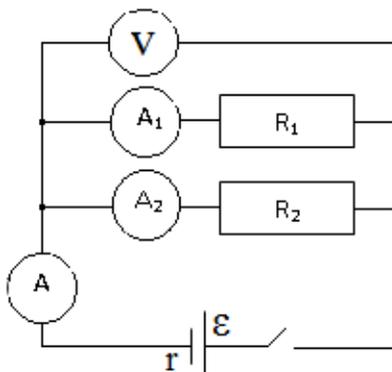


Рис. 2

2. Снять показания трех амперметров и вольтметра.

3. Используя закон Ома для участка цепи $I = \frac{U}{R}$

рассчитать:

- а) сопротивление первого резистора $R_1 = \frac{U}{I_1}$
- б) сопротивление второго резистора $R_2 = \frac{U}{I_2}$

с) общее сопротивление цепи по следующим формулам:

$$R' = \frac{U}{I} \quad \text{и} \quad R'' = \frac{R_1 \cdot R_2}{R_1 + R_2}$$

4. Повторить пункты 2 и 3 еще для двух различных положений ползунков реостатов.

Расчеты:

Пункт 3.

Первое положение ползунков

- a) _____
 b) _____
 c) _____

Второе положение ползунков

- a) _____
 b) _____
 c) _____

Третье положение ползунков

- a) _____
 b) _____
 c) _____

5. Данные занести в таблицу 2.

Таблица 2.

$U,$ В	$I_1,$ А	$I_2,$ А	$I,$ А	$R_1,$ Ом	$R_2,$ Ом	$R',$ Ом	$R'',$ Ом

6. Сравните результаты вычислений общего сопротивления R' и R'' , сделайте вывод.

Вывод:

Ответьте на следующие вопросы:

1. Какое соединение называется последовательным, параллельным?

2. Что называется электрическим сопротивлением и от чего оно зависит?

3. Дать определение электрического тока. Как определяется направление электрического тока?

4. Сформулировать и записать закон Ома для участка цепи?

5. Как правильно подключать в электрическую цепь амперметр и вольтметр?

6. Определить во сколько раз сопротивление участка цепи при последовательном соединении больше, чем при параллельном, если цепь состоит из двух резисторов с сопротивлениями 2 Ом и 3 Ом? Зарисовать схемы соединений.

<i>Дано:</i>	<i>Решение</i>	
	Последовательное соединение	Параллельное соединение

Ответ:

7. Записать обозначение и единицы измерения в СИ следующих величин:

Параметр	Обозначение	Единица измерения
Сила тока		
Напряжение		
Сопротивление		
Количество заряда		
Проводимость		

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 6

Тема: ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЭДС И ВНУТРЕННЕГО СОПРОТИВЛЕНИЯ ИСТОЧНИКА ТОКА

ЦЕЛЬ РАБОТЫ: определить ЭДС и внутреннее сопротивление источника тока.

ОБОРУДОВАНИЕ: источник питания, ключ, амперметр, вольтметр, соединительные провода, реостат.

Ход работы:

1. Собрать электрическую цепь по схеме (рис. 1), соблюдая полярность подключаемых приборов. Включить источник питания.

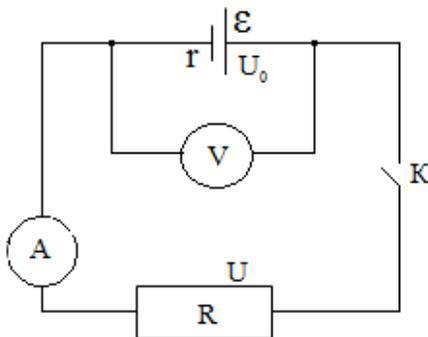


Рис. 1

2. Снять показания с вольтметра при разомкнутом положении ключа К. В данном случае он показывает значение ЭДС источника питания \mathcal{E} .
3. Замкнуть ключом цепь и снять показания силы тока в цепи I и падение напряжения на внешней цепи U .
4. Используя закон Ома для участка цепи определить внешнее сопротивление R :

$$R = \frac{U}{I},$$

5. Используя закон Ома для полной цепи определить внутреннее сопротивление источника тока r :

$$r = \frac{\varepsilon - IR}{I}.$$

6. Повторить пункты 3, 4, 5 еще для двух различных положений ползунка на реостате.
7. Определить среднее значение внутреннего сопротивления ($r_{\text{ср.}}$), абсолютную (Δr) и относительную (ε) погрешности⁵

Расчеты:

Пункт 4.

Первое положение ползунка

Второе положение ползунка

Третье положение ползунка

Пункт 5.

Первое положение ползунка

Второе положение ползунка

Третье положение ползунка

⁵ См. приложение 1 «Математическая обработка результатов измерений», стр. 58

Пункт 7.

8. Данные занести в таблицу 1.

Таблица 1.

№	\mathcal{E} , В	I , А	U , В	R , Ом	r , Ом	Δr , Ом	ε , %
1							
2							
3							
Среднее значение:							

Ответьте на следующие вопросы:

1. Дать определение силы тока, записать формулу.

2. Что называется ЭДС источника тока? Какова ее природа?

3. Что называется напряжением?

4. Сформулировать и записать закон Ома для полной цепи?

5. Как экспериментально определить ЭДС источника тока?

6. Определить внутреннее сопротивление источника питания и падение напряжения на нем (см. рис. 1), если амперметр показывает 1А, вольтметр при разомкнутом положении ключа – 10 В. Сопротивление резистора 9 Ом.

Дано:

Решение

Ответ:

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 7

Тема: ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПОКАЗАТЕЛЯ ПРЕЛОМЛЕНИЯ СТЕКЛА С ПОМОЩЬЮ ПЛОСКО-ПАРАЛЛЕЛЬНОЙ ПЛАСТИНКИ

ЦЕЛЬ: изучить законы геометрической оптики, определить абсолютный показатель преломления стекла.

ОБОРУДОВАНИЕ: стеклянная призма, источник света (лазерная указка), транспортир, таблица Брадиса.

Ход работы

1. Сделать три чертежа исследуемой призмы.
2. На каждом рисунке к центру верхней грани призмы провести перпендикуляр OO' - нормаль (см. рис. 1).
3. К точке O нарисовать луч AO под углом: на первом рисунке $\approx 30^\circ$ к нормали; на втором - $\approx 45^\circ$ к нормали; на третьем - $\approx 60^\circ$ к нормали.
4. Направить луч света (лазерный) по направлению луча AO через стеклянную призму.
5. Отметить две точки B и C на луче, выходящем из призмы (см. рис. 1). Соединить точки O и B .
6. Построить перпендикуляр к нижней грани призмы в точку B - $O''B$.
7. Определить с помощью транспортира угол падения α , угол преломления β и угол α' , под которым выходит луч BC из призмы.
8. Сравнить углы α и α' (при правильном построении они должны быть равны).
9. Пункты 4-8 повторить для каждого рисунка.
10. По таблице Брадиса найти значение синусов этих углов.
11. Определить абсолютный показатель преломления стекла по формуле

$$n = \frac{\sin \alpha}{\sin \beta}$$

12. Определить среднее значение абсолютного показателя преломления ($n_{ср.}$), абсолютную (Δn) и относительную (ε) погрешности⁶.

Расчеты:

Пункт 11.

Пункт 12.

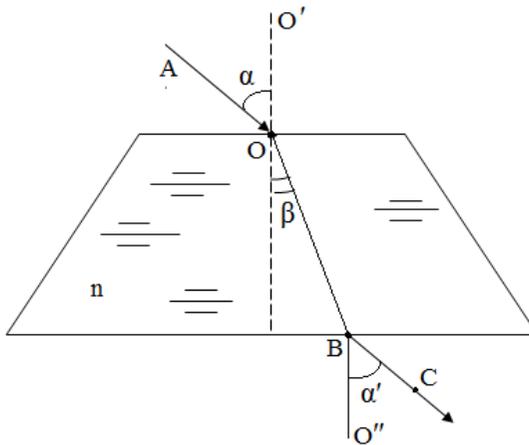


Рис. 1

⁶ См. приложение 1 «Математическая обработка результатов измерений», стр. 58

Зарисовать призмы:

I.

II.

III.

13. Данные измерений и расчетов занести в таблицу 1.

Таблица 1.

№	$\alpha, ^\circ$	$\alpha', ^\circ$	$\beta, ^\circ$	$\sin\alpha$	$\sin\beta$	n	Δn	$\varepsilon, \%$	
1									
2									
3									
Среднее значение:									

14. Сравнить полученный показатель преломления с абсолютным показателем преломления стекла (см. приложение № 7). Сделать вывод.

Вывод:

Ответьте на следующие вопросы:

1. Что называется абсолютным показателем преломления среды, записать формулу?

2. Что называется относительным показателем преломления двух сред, записать формулу?

3. Сформулировать законы отражения и преломления с указанием формул?

4. В чем заключается явление полного внутреннего отражения?
Условие возникновения этого явления.

5. Что называется предельным углом преломления?

6. Во сколько раз скорость света в стекле, из которого изготовлена призма в вашем опыте, меньше скорости света в воде. Показатель преломления воды равен 1,33, показатель преломления стекла взять среднее значение n из таблицы 1.

Дано:

Решение

Ответ:

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 8

Тема: ОПРЕДЕЛЕНИЕ ДЛИНЫ СВЕТОВОЙ ВОЛНЫ ПРИ ПОМОЩИ ДИФРАКЦИОННОЙ РЕШЕТКИ

ЦЕЛЬ РАБОТЫ: определение длины волны излучения лазера с помощью дифракционной решетки.

ОБОРУДОВАНИЕ: полупроводниковый лазер, дифракционная решетка, линейка, оптическая скамья, экран.

Описание установки

Схема установки для определения длины волны излучения лазера изображена на рис. 1. Все детали установки располагаются на оптической скамье (1). На расстоянии 20-25 см от лазера (2) устанавливается дифракционная решетка (5). При включении лазера на экране (4) наблюдается дифракционная картина. Вдоль оптической скамьи расположена шкала (3) для измерения расстояния L между решеткой и экраном.

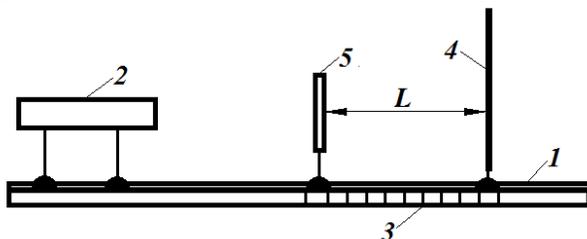


Рис. 1

Для расчета длины световой волны лазерного излучения можно использовать условие дифракционных максимумов для дифракционной решетки - формулу дифракционной решетки

$$d \cdot \sin \alpha = \pm k \cdot \lambda.$$

Тогда длина световой волны λ вычисляется по формуле

$$\lambda = \frac{d \cdot \sin \alpha}{k}.$$

При малых углах (меньше 10^0) $\sin \alpha \approx \operatorname{tg} \alpha$, таким образом

$$\lambda = \frac{d \cdot \operatorname{tg} \alpha}{k},$$

где d – период дифракционной решетки, k – порядок (номер) дифракционного максимума.

Ход работы:

1. Установите на оптической скамье дифракционную решетку и экран, расположив их перпендикулярно оси лазера. Включите лазер.
2. Перемещая экран вдоль оптической скамьи, получите на нем четкое изображение дифракционной картины (рис. 2). При этом необходимо добиться, чтобы на экране были видны максимумы трех порядков.
3. Измерьте по шкале, укрепленной на оптической скамье, расстояние L между решеткой и экраном.
4. Измерьте расстояние между максимумами первого порядка – x_1 , второго – x_2 и третьего порядка – x_3 (см. рис. 2).

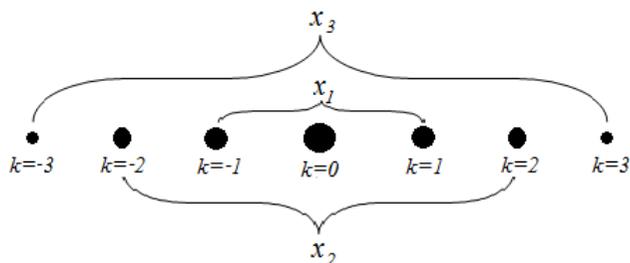


Рис. 2

5. Определите $\operatorname{tg} \alpha$ для максимумов первого, второго и третьего порядка по формуле

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{x}{2L}$$

6. Вычислите длину световой волны λ лазерного излучения по формуле

$$\lambda = \frac{d \cdot \operatorname{tg} \alpha}{k}$$

7. Переместить дифракционную решетку на другое расстояние L от экрана и повторите пункты 3-6.

8. Вычислить среднюю длину волны λ_{cp} излучения лазера, определите абсолютную ($\Delta\lambda$) и относительную (ε) погрешности⁷.

Расчеты:

Пункт 5.

$L_1 =$ м	$L_2 =$ м

Пункт 6.

$L_1 =$ м	$L_2 =$ м

Пункт 8.

⁷ См. приложение 1 «Математическая обработка результатов измерений», стр. 58

9. Результаты измерений и вычислений занести в таблицу 1.

Таблица 1.

k	L, м	x, м	tgα	λ, м	Δλ, м	ε, %
1						
2						
3						
1						
2						
3						
Среднее значение:						

10. Сравните полученный результат λ_{cp} со справочным значением длины волны (см. приложение № 8), к какому цвету она относится, сделайте вывод.

Вывод:

Ответьте на следующие вопросы:

1. Дать определение дифракции света.

2. От чего зависит вид дифракционной картины?

3. Что представляет собой дифракционная решетка?

4. Записать формулу дифракционной решетки? Что такое период дифракционной решетки?

5. Как экспериментально определить длину волны падающего света с помощью дифракционной решетки?

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 9

Тема: НАБЛЮДЕНИЕ ИНТЕРФЕРЕНЦИИ И ДИФРАКЦИИ СВЕТА

ЦЕЛЬ: изучить некоторые методы наблюдения явлений интерференции и дифракции света

ОБОРУДОВАНИЕ: источник света, набор светофильтров, проволочное кольцо с ручкой, стакан с раствором мыла, трубка стеклянная, пластинки стеклянные - 2 шт., CD-диск, стеклянная призма.

Часть 1. Наблюдение интерференции света

1. Наблюдение интерференции в монохроматическом свете на мыльной пленке.

Для получения монохроматического излучения используются светофильтры различного цвета. Опустить проволочное кольцо в раствор мыла. Полученную мыльную пленку, расположить вертикально и рассмотреть на темном фоне при освещении красным, желтым и зеленым светом. Описать увиденную картину:

Изменить толщину мыльной пленки (с помощью стеклянной трубки на поверхности мыльного раствора выдувают небольшой мыльный пузырь) и описать изменение интерференционной картины:

2. *Наблюдение интерференции в белом свете на мыльной пленке.*

Осветить пленку белым светом и описать полученную интерференционную картину:

Объясните порядок чередования цветов на интерференционной картине при освещении пленки белым светом:

Изменить толщину мыльной пленки (с помощью стеклянной трубки на поверхности мыльного раствора выдувают небольшой мыльный пузырь) и описать изменение интерференционной картины:

3. *Наблюдение колец Ньютона в воздушной прослойке между двумя стеклянными пластинами.*

Привести в плотное соприкосновение две стеклянные пластины (из-за не идеальности формы соприкасающихся поверхностей между пластинками образуются тончайшие воздушные пустоты, которые могут давать яркие радужные кольцеобразные или замкнутые неправильной формы полосы)

Рассмотреть данную систему в проходящем (отраженном) свете. Описать полученную интерференционную картину:

Изменяя силу сжатия пластин, рассмотреть и описать изменение формы интерференционной картины:

4. *Наблюдение интерференции отраженных световых лучей при рассмотрении поверхности CD-диска.*

Рассмотреть и описать полученную интерференционную картину при отражении белого света от поверхности оптического диска:

Часть 2. Наблюдение дифракции света

1. Расположить рамку с нитью на фоне горячей лампы параллельно нити накала (рис.1).

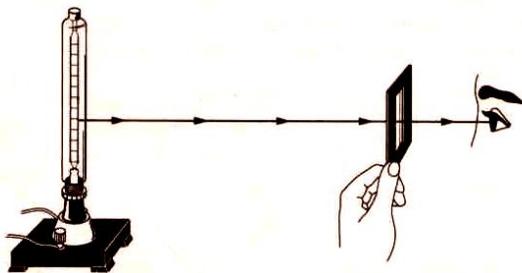


Рис.1

Перемещая рамку относительно глаза, добейтесь того, чтобы в середине, в области геометрической тени нити, наблюдалась светлая полоса. Опишите дифракционную картину, наблюдаемую за тонкой нитью:

2. Расположите узкую щель на фоне горячей лампы параллельно нити накала и опишите наблюдаемую дифракционную картину:

3. Посмотрите сквозь черную капроновую ткань на нить горячей лампы. Поворачивая ткань вокруг оси, добейтесь четкой дифракционной картины в виде двух скрещенных под прямым углом дифракционных полос. Зарисуйте наблюдаемый дифракционный крест, опишите его.

Ответьте на следующие вопросы:

1. Дайте определение интерференции. Главное условие наблюдения интерференции.

2. Какие волны являются когерентными?

3. Сформулировать и записать условие максимума и минимума интерференции.

4. Для чего используют интерференцию?

5. Условие наблюдения дифракции.

6. Что называется разрешающей способностью?

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 10

Тема: ИЗУЧЕНИЕ ТРЕКОВ ЗАРЯЖЕННЫХ ЧАСТИЦ ПО ФОТОГРАФИЯМ

ЦЕЛЬ: получить элементарные навыки в чтении треков, сфотографированных в камере Вильсона; вычислить скорость и изменение кинетической энергии частиц.

ОБОРУДОВАНИЕ: фотография треков, прямоугольный треугольник с миллиметровой шкалой, карандаш.

Краткая теория

Одним из основных приборов, используемых для наблюдения элементарных частиц, является камера Вильсона. Если камера Вильсона помещена в магнитное поле, то на движущиеся в ней заряженные частицы действует сила Лоренца. Правило левой руки позволяет показать, что сила Лоренца направлена всегда перпендикулярно скорости частицы и, следовательно, является центростремительной силой

$$qvB = \frac{mv^2}{r}$$

Следовательно, скорость частицы

$$v = \frac{rqB}{m},$$

где q - заряд частицы [Кл], B - индукция поля [Тл], m - масса частицы [кг], v - скорость частицы [м/с], r - радиус кривизны траектории [м].

Зная скорость частицы можно определить ее кинетическую энергию:

$$E_k = \frac{mv^2}{2}$$

Ход работы:

На фотографии (рис. 1) видны треки ядер лёгких элементов. Ядра двигались в магнитном поле индукцией $B = 2,17 \text{ Тл}$, направленной перпендикулярно фотографии. Начальные скорости всех ядер одинаковы и перпендикулярны линиям поля.

1. Измерить радиусы кривизны трека частицы I в начале (r_1) и конце (r_2) пробега (радиус кривизны рассчитать с учетом масштаба указанного на фотографии).
2. Вычислить скорость частицы в начале пробега (v_1) и конце пробега (v_2) по формуле

$$v = \frac{rqB}{m}$$

Частица I является протоном (массу и заряд протона см. приложение № 3)

3. Вычислить кинетическую энергию частицы в начале (E_{k1}) и конце (E_{k2}) пробега используя формулу

$$E_k = \frac{mv^2}{2}$$

4. Рассчитать изменение кинетической энергии частицы

$$\Delta E_{k1} = E_{k2} - E_{k1}$$

5. Выполните пункты 1 - 4 для II трека, если частица дейтерий (массу и заряд дейтерия см. приложения № 3, 9).

Расчеты:

Пункт 1.

I. _____

II. _____

Пункт 2.

I. _____

II. _____

Пункт 3.

I. _____

II. _____

Пункт 4.

I. _____

II. _____

6. Полученные данные занести в таблицу 1.

Таблица 1.

№ трека	r_1 , <i>м</i>	r_2 , <i>м</i>	v_1 , м/с	v_2 , м/с	E_{k1} <i>Дж</i>	E_{k2} , <i>Дж</i>	ΔE_k , <i>Дж</i>
I							
II							

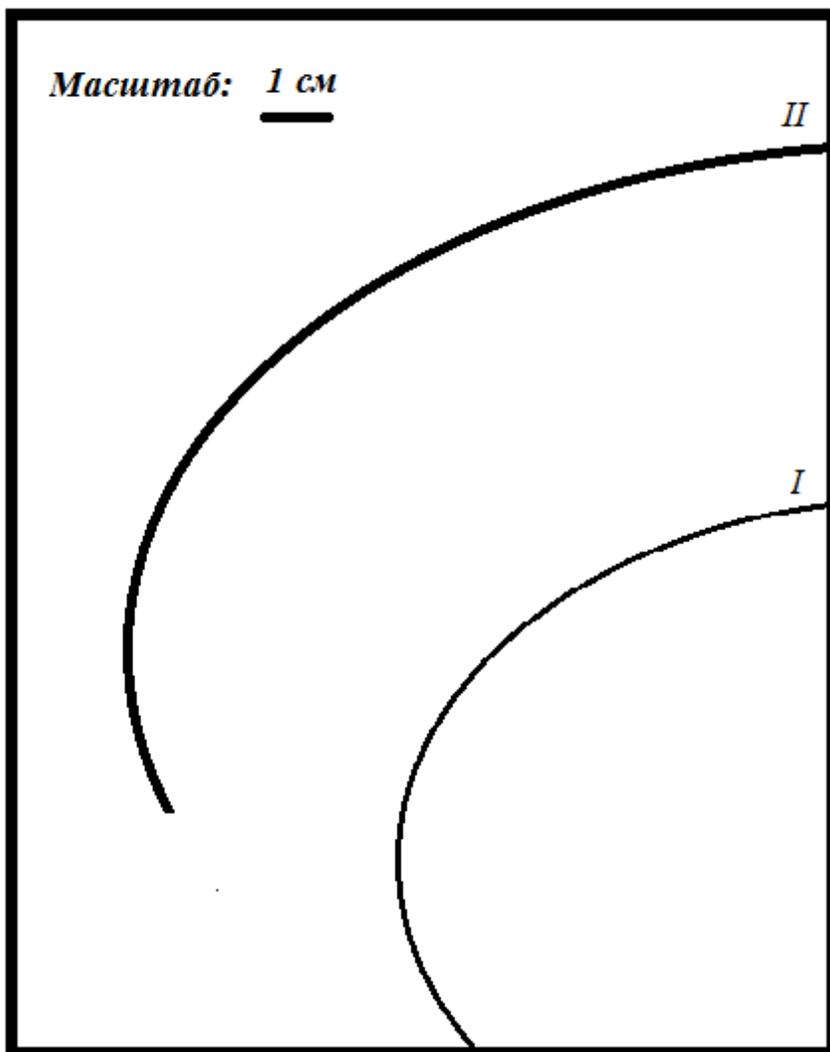


Рис. 1

Ответьте на следующие вопросы:

2. Определить направление вектора индукции магнитного поля на рисунке 1. Сформулируйте правило, которое использовали.

2. Объяснить, почему участки траектории частиц представляют собой дуги окружности.

3. Объяснить, почему на разных участках одной и той же траектории радиусы дуг различны.

7. Объяснить, в чем различие между двумя треками на фотографии. Какова причина этого различия?

8. Определить дефект массы и энергию связи ядра гелия ${}^4_2\text{He}$ (массу ядра и нуклонов см. приложение № 9).

Дано:

Решение

Ответ:

ЛИТЕРАТУРА

1. Малафеев, Р.И. Система творческих лабораторных работ по физике в средней школе: учеб. пособие/ Р.И. Малафеев.- Курган.: Изд-во Курганского гос. ун-та, 1999.-102 с.
2. Мякишев, Г. Я. Физика: учеб. для 10 кл. общеобразоват. учреждений / Г. Я. Мякишев, Б. Б. Буховцев. – 15-е изд. – М.: Просвещение, 2006. – 381 с.
3. Мякишев, Г. Я. Физика: учеб. для 11 кл. общеобразоват. учреждений / Г. Я. Мякишев, Б. Б. Буховцев. – 14-е изд. – М.: Просвещение, 2005. – 382 с.
4. Касьянов, В. А. Физика: учеб. для 10 кл. общеобразоват. учреждений / В. А. Касьянов. – 5-е изд. – М.: Дрофа, 2008. – 376 с.
5. Касьянов, В.А. Физика: учеб. для 11 кл. образовательных учреждений/ В. А. Касьянов. – 2-изд.-М.: Дрофа, 2002.-416 с.
6. Кикоин, И.К. Физика: учеб. для 9 кл. сред. шк./ И.К.Кикоин, А.К. Кикоин – М.: Просвещение, 1998.-191 с.
7. Кабардин, О. Ф. Физика: справочные материалы / О. Ф. Кабардин. – 8-е изд. – М.: Просвещение, 2006. – 403 с.

Электронные источники

1. <http://physics-la.physics-lab.ucoz.ru>
Физика. Лабораторные работы.
2. <http://nsportal.ru/UtkinaEV>
Социальная сеть работников образования.
3. <http://school29.ru>
4. <http://uhportal.ru>
5. http://barsic.spbu.ru/www/lab_dhtml/common/menu.html
Физика. Виртуальные лабораторные работы.

ПРИЛОЖЕНИЯ

1. Математическая обработка результатов измерений

Рассмотрим несколько этапов упрощенной математической обработки результатов измерений и оценим возникающие при этом погрешности:

1. Находим *среднее арифметическое значение* x_{cp} измеряемой величины.

$$x_{cp} = \frac{x_1 + x_2 + \dots + x_n}{n} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n} \quad (1)$$

где n - количество измерений величины x

2. Вычисляем абсолютные погрешности $|\Delta x_i|$ результатов отдельных измерений по формуле

$$|\Delta x_i| = |x_i - x_{cp}| \quad (i=1, 2, \dots, n) \quad (2)$$

Абсолютная погрешность имеет размерность измеряемой величины и характеризует качество отдельных измерений.

3. Вычисляем *среднюю абсолютную погрешность* опыта. Она находится как среднее арифметическое абсолютных значений абсолютных погрешностей отдельных измерений:

$$\overline{\Delta x} = \frac{\Delta x_1 + \Delta x_2 + \dots + \Delta x_n}{n} = \frac{\sum_{i=1}^n \Delta x_i}{n} \quad (3)$$

4. Вычисляем *относительную погрешность* опыта по формуле

$$\varepsilon = \frac{\overline{\Delta x}}{x_{cp}} \cdot 100\% \quad (4)$$

5. Записываем *окончательный результат*:

$$x = x_{cp} \pm \overline{\Delta x} \quad (5)$$

2. Множители и приставки для образования десятичных кратных и дольных единиц и их наименований

Множитель	Приставка	Обозначение приставки	Множитель	Приставка	Обозначение приставки
10^{18}	экса	Э	10^{-1}	деци	д
10^{15}	пета	П	10^{-2}	санتي	с
10^{12}	тера	Т	10^{-3}	милли	м
10^9	гига	Г	10^{-6}	микро	мк
10^6	мега	М	10^{-9}	нано	н
10^3	кило	к	10^{-12}	пико	п
10^2	гекто	г	10^{-15}	фемто	ф
10^1	дека	да	10^{-18}	атто	а

3. Основные физические постоянные

Ускорение свободного падения	$g = 9,81 \text{ м/с}^2$
Гравитационная постоянная	$G = 6,67 \cdot 10^{-11} \text{ м}^3(\text{кг} \cdot \text{с}^2)$
Постоянная Авогадро	$N_A = 6,02 \cdot 10^{23} \text{ моль}^{-1}$
Универсальная газовая постоянная	$R = 8,31 \text{ Дж}/(\text{К} \cdot \text{моль})$
Постоянная Больцмана	$k = 1,38 \cdot 10^{-23} \text{ Дж/К}$
Элементарный заряд:	
заряд электрона и протона	$ q_e = q_p = 1,60 \cdot 10^{-19} \text{ Кл}$
Масса электрона	$m_e = 9,11 \cdot 10^{-31} \text{ кг}$
Масса протона	$m_p = 1,672 \cdot 10^{-27} \text{ кг}$
Удельный заряд электрона	$e/m = 1,76 \cdot 10^{11} \text{ Кл/кг}$
Скорость света в вакууме	$c = 3,00 \cdot 10^8 \text{ м/с}$
Постоянная Планка	$h = 6,63 \cdot 10^{-34} \text{ Дж} \cdot \text{с}$
Атомная единица массы	$1 \text{ а.е.м.} = 1,66 \cdot 10^{-27} \text{ кг}$

4. внесистемные единицы, допускаемые к применению наравне с единицами СИ

Наименование величины	Единицы		
	Наименование	Обозначение	Соотношение с единицей СИ
Масса	тонна	т	10^3 кг
	атомная единица массы	а.е.м	$1,66 \cdot 10^{-27}$ кг
Время	минута	мин	60с
	час	ч	3600с
	сутки	сут	86400с
Плоский угол	градус	... ⁰	$1,74 \cdot 10^{-2}$ рад
	минута	...'	$2,91 \cdot 10^{-4}$ рад
	секунда	...''	$4,85 \cdot 10^{-6}$ рад
	град	град	(л/200) рад
Объем, вместимость	литр	л	10^{-3} м ³
Длина	астрономическая единица	а.е.	$1,50 \cdot 10^{11}$ м
	световой год	св.год	$9,46 \cdot 10^{15}$ м
	парсек	пк	$3,08 \cdot 10^{16}$ м
Оптическая сила	диоптрия	дптр	1 м ⁻¹
Площадь	гектар	га	10^4 м ²
Энергия	электрон-вольт	эВ	$1,60 \cdot 10^{-19}$ Дж

5. Таблица зависимости упругости насыщенных паров от температуры

t , °C	Десятые доли градуса									
	0,0	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9
5	6,54	6,59	6,64	6,68	6,73	6,78	6,82	6,87	6,92	6,97
6	7,01	7,06	7,11	7,16	7,21	7,26	7,31	7,36	7,41	7,46
7	7,51	7,57	7,62	7,67	7,72	7,78	7,83	7,88	7,94	7,99
8	8,05	8,10	8,16	8,21	8,27	8,32	8,38	8,44	8,50	8,55
9	8,61	8,67	8,73	8,79	8,85	8,91	8,97	9,03	9,09	9,15
10	9,21	9,27	9,33	9,40	9,46	9,52	9,59	9,65	9,72	9,78
11	9,85	9,91	9,98	10,04	10,11	10,18	10,25	10,31	10,38	10,45
12	10,52	10,59	10,66	10,73	10,80	10,87	10,94	11,02	11,09	11,16
13	11,23	11,31	11,38	11,46	11,53	11,61	11,68	11,76	11,84	11,91
14	11,99	12,07	12,15	12,23	12,30	12,38	12,46	12,55	12,63	12,71
15	12,79	12,87	12,96	13,04	13,12	13,21	13,29	13,38	13,46	13,55
16	13,64	13,72	13,81	13,90	13,99	14,08	14,17	14,26	14,35	14,44
17	14,53	14,63	14,72	14,81	14,91	15,00	15,10	15,19	15,29	15,38
18	15,48	15,58	15,68	15,78	15,87	15,97	16,07	16,18	16,28	16,38
19	16,48	16,59	16,69	16,79	16,90	17,00	17,11	17,22	17,32	17,43
20	17,54	17,65	17,76	17,87	17,98	18,09	18,20	18,31	18,43	18,54
21	18,66	18,77	18,89	19,00	19,12	19,24	19,35	19,47	19,59	19,71
22	19,83	19,95	20,08	20,20	20,32	20,45	20,57	20,70	20,82	20,95
23	21,07	21,20	21,33	21,46	21,59	21,72	21,85	21,98	22,12	22,25
24	22,38	22,52	22,65	22,79	22,93	23,07	23,20	23,34	23,48	23,62
25	23,76	23,91	24,05	24,19	24,34	24,48	24,63	24,77	24,92	25,00

6. Психрометрическая таблица

Показания сух. терм., °С	Разность показаний сухого и влажного термометров, °С									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
	Относительная влажность, %									
15	100	89	80	71	61	52	44	36	27	20
16	100	90	81	71	62	54	45	37	30	22
17	100	90	81	72	64	55	47	39	32	24
18	100	91	82	73	65	56	49	41	34	27
19	100	91	82	74	65	58	50	43	35	29
20	100	91	83	74	66	59	51	44	37	30
21	100	91	83	75	67	60	52	46	39	32
22	100	92	83	76	68	61	54	47	40	34
23	100	92	84	76	69	61	55	48	42	36
24	100	92	84	77	69	62	56	49	43	37
25	100	92	84	77	70	63	57	50	44	38
26	100	92	85	78	71	64	58	51	46	40
27	100	93	85	78	71	64	58	52	47	41
28	100	93	85	78	72	65	59	53	48	42
29	100	93	86	79	72	65	59	54	49	43
30	100	93	86	79	73	66	60	55	50	44

7. Абсолютные показатели преломления *и* некоторых сред

Алмаз	2,42
Вода	1,33
Лед	1,31
Масло коричное	1,60
Сероуглерод	1,63
Стекло	1,50

Примечание. Показатели преломления стекла зависят от сорта стекла и длины волны проходящего через него излучения. Поэтому приведенное здесь значение показателя преломления следует рассматривать как условное.

8. Длины волн видимой части спектра

Цвет	Диапазон длин волн, нм	Цвет	Диапазон длин волн, нм
Фиолетовый	380 – 450	Желтый	560 - 590
Синий	450 - 480	Оранжевый	590 - 620
Голубой	480 - 500	Красный	620 - 760
Зеленый	500 - 560		

9. Масса некоторых элементарных частиц и легких ядер

Частица	Масса	
	m_0 , кг	m_0 а.е.м.
Электрон	$9,11 \cdot 10^{-31}$	0,00055
Протон	$1,67 \cdot 10^{-27}$	1,00728
Нейтрон	$1,68 \cdot 10^{-27}$	1,00867
α -Частица	$6,64 \cdot 10^{-27}$	4,00149
Дейтерий	$3,34 \cdot 10^{-27}$	2,01410

Учебное издание
Рабочая тетрадь
Лабораторные работы по физике
Изд. в авторской редакции
Объем 4 п.л. Тираж -25 экз.
Отпечатано на принтере